

## EVALUASI KONDISI EKSISTING STRUKTUR ATAS JEMBATAN BAILEY MOLINTOGUPO, KABUPATEN BONE BOLANGO, GORONTALO

Alifyanti Purnamasari<sup>1</sup>, M.W. Tjaronge<sup>2</sup>, Rita Irmawaty<sup>2</sup>

**ABSTRAK** : Jembatan Molintogupo merupakan jembatan rangka baja berupa tipe jembatan Panel Bailey yang umumnya digunakan sebagai jembatan sementara/darurat yang bersifat portable. Namun, jika dilihat kondisi jembatan darurat saat ini tidak memenuhi kriteria struktur yang baik, sehingga mempengaruhi aspek kekuatan dan keamanan dalam menjalankan fungsinya. Untuk menghindari terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan maka dianggap perlu untuk melakukan studi penelitian terhadap kondisi eksisting jembatan rangka baja tersebut sehingga dapat mengetahui kelayakan Jembatan Bailey Molintogupo dalam memikul beban eksisting. Dalam memudahkan analisa struktur maka digunakan aplikasi komputer rekayasa struktur berbasis finite element yaitu SAP 2000. Pembebanan yang dilakukan terhadap struktur disesuaikan dengan peraturan pembebanan yang terbaru untuk menyesuaikan kondisi desain jembatan dengan standar terbaru yang berlaku digunakan yaitu RSNi T-02-2005, sedangkan untuk mengetahui batasan nilai lendutan yang terjadi dianalisa berdasarkan SK.SNI T-03-2005 tentang “Perencanaan struktur baja untuk jembatan”. Dari hasil analisa yang dilakukan pada jembatan Bailey Molintogupo menunjukkan bahwa kapasitas elemen struktur ujung jembatan tidak aman dalam memikul beban yang bekerja untuk beban 2 mobil sehingga diperlukan perkuatan pada beberapa bagian jembatan.

**Kata Kunci** : Jembatan bailey; Struktur Atas Jembatan.

### *Abstract :*

Molintogupo bridge is a steel structure with Bailey segmented type, which is commonly use as temporary/emergency condition. However, recently this type of bridge does not fulfill the structure criteria, so that it's affected to the strength and safety during service life. In order to prevent structural failure, it is necessary to study the existing condition of Molintogupo Bridge to know the capacity of structure. In this investigation, a finite element software i.e SAP 2000 was used for structure analysis. Loading methods based on the RSNi T-02-2005 for bridge structure, while for the displacement limit according to the SK.SNI T-03-2005. Test results show that the capacity of structure elements is not saved to receive service loading (i.e 2 cars innova type) in which required strengthened in some parts of bridge.

*Keywords* : Bailey Bridge, Superstructure of Bridge.

---

<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

<sup>2</sup> Dosen Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

## PENDAHULUAN

Jembatan sebagai sarana transportasi yang mempunyai peranan penting bagi kelancaran pergerakan lalu lintas kendaraan yang berfungsi sebagai penghubung ruas jalan atau lintasan yang terpisah oleh adanya sungai, danau, selat, tebing ataupun perlintasan lainnya dalam sistem transportasi. Secara umum struktur jembatan dibagi menjadi dua yaitu struktur atas, struktur bawah. Struktur atas yang menerima beban langsung yang meliputi beban mati, beban mati tambahan, beban lalu lintas kendaraan, gaya rem, dan sebagainya, adapun struktur bawah yang berfungsi memikul seluruh beban struktur atas dan beban lainnya serta pondasi jembatan yang berfungsi dalam menahan beban dan meneruskannya ke tanah. Struktur atas atau biasa disebut bangunan atas terdiri atas rangka utama, lantai kendaraan, gelagar-gelagar jembatan, dan sistem perletakan. Adapun bangunan bawah berupa sistem pondasi seperti *abutment* dan pilar. Kesatuan struktur yang sempurna antara struktur atas dan bawah jembatan akan memberikan pelayanan transportasi yang memadai sesuai dengan nilai desain jembatan itu sendiri.

Pada jembatan rangka baja sendiri, struktur atas terdiri dari dua rangka bidang utama yang diikat bersama dengan balok-balok (gelagar) melintang dan memanjang serta pengaku lateral. Jembatan rangka batang ada beberapa tipe, tergantung pada desain, lokasi, dan bahan-bahan penyusunnya.

Jembatan Molintogupo merupakan jembatan rangka baja berupa tipe jembatan *Panel Bailey* yang umumnya digunakan sebagai jembatan sementara/darurat yang bersifat *portable*, maka tidak jarang jembatan *Bailey* banyak ditemui di daerah-daerah pelosok. Namun, jika dilihat kondisi jembatan darurat saat ini tidak memenuhi kriteria struktur yang baik, sehingga mempengaruhi aspek kekuatan dan keamanan dalam menjalankan fungsinya. Struktur jembatan *Bailey*

darurat tersebut diperkirakan tidak akan mampu untuk melayani fungsi mendukung beban kendaraan yang cukup besar sehingga diperlukan penanganan yang lebih lanjut.

Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini dibatasi sebagai berikut :

1. Struktur yang dianalisa merupakan struktur jembatan *Bailey* eksisting yang terdiri atas 5 bentang dan dianalisis setiap bentangnya.
2. Perhitungan dan permodelan struktur hanya untuk bangunan atas pada kondisi eksisting.
3. Beban yang diperhitungkan adalah beban mati, beban hidup, dan beban kendaraan (mobil penumpang/mini bus).
4. Mutu baja yang digunakan  $f_y = 345$  MPa dan  $f_u = 483$  MPa.
5. Pedoman-pedoman yang digunakan antara lain:
  - RSNI T-02-2005 : Standar Pembebanan Untuk Jembatan.
  - SK.SNI T-03-2005 : Perencanaan struktur baja untuk jembatan.
  - Standard Spesifikasi Jembatan *Bailey* Berdasar Pedoman Teknis Departemen Pekerjaan Umum.
  - Analisa perhitungan struktur jembatan eksisting dengan bantuan *software* SAP 2000 versi 14 mengacu pada metode AISC-LRFD 99.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Metodologi Studi

Sebelum melakukan penelitian terlebih dahulu dibuat langkah-langkah pelaksanaan alur kegiatan penelitian agar dapat berjalan secara sistematis dan sesuai tujuan penelitian. Adapun langkah awal yang perlu dilakukan adalah studi pendahuluan yang terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, dan tujuan penelitian serta selanjutnya dikaji dalam kajian pustaka dari berbagai teori.

Berdasarkan latar belakang pada penjelasan sebelumnya, maka secara garis besar jalannya kegiatan penelitian ini dibagi menjadi 5 (lima) bagian, meliputi:

- (1) Kegiatan survey berupa identifikasi kondisi fisik dan geometri jembatan
- (2) Simulasi pembebanan dengan 2 mobil untuk mengukur lendutan pada gelagar.
- (3) Pengolahan data hasil survey data untuk proses analisa struktur.
- (4) Analisa struktur kondisi eksisting dan simulasi pembebanan dengan menggunakan *software* SAP2000 versi 14.
- (5) Analisa lendutan jembatan berdasarkan batas lendutan yang diizinkan.

### Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini selain melewati tahapan kajian kunjungan dan evaluasi lapangan untuk mendapatkan data kondisi jembatan eksisting dan kondisi lokasi secara umum. Pelaksanaan kunjungan dan evaluasi lapangan dilakukan pada tanggal 25 - 28 Oktober 2015. Pengamatan langsung pada kondisi lapangan mendapatkan informasi data geometri yaitu dimensi penampang, panjang bentang, serta model jembatan rangka. Data tersebut diperoleh dengan peninjauan dan pengukuran langsung dilapangan.

- 1) Pengamatan model konstruksi jembatan dan pengukuran dimensi-dimensinya.

Pengukuran merupakan langkah awal untuk mengetahui secara pasti ukuran-ukuran panjang dan dimensi profil yang dipasang di lapangan. Pengukuran dilakukan menggunakan alat ukur panjang berupa meteran dengan ketelitian 0,1 cm dan sigma (clipper).

- 2) Pengukuran lendutan jembatan.

Pengukuran lendutan jembatan dilakukan menggunakan satu set alat *water pass*. Selanjutnya beban mobil penumpang/minibus diposisikan pada tengah bentang jembatan setiap

persegmennya sebagai beban statis. Kemudian besarnya lendutan yang terjadi sepanjang tengah bentang jembatan diukur dengan menggunakan bak ukur dan *water pass*. Beda tinggi pada kondisi awal dan setelah dibebani mobil didefinisikan sebagai nilai lendutan jembatan.



Gambar 1 Posisi alat *water pass* dan pengukuran kondisi awal jembatan tanpa beban



Gambar 2 Pembebanan dan pengukuran lendutan jembatan

Adapun data material bahan baja sendiri diperoleh dari standar fabrikasi mutu baja untuk jembatan rangka baja *Bailey* yaitu Standard Spesifikasi Jembatan *Bailey* Berdasar Pedoman Teknis Departemen Pekerjaan Umum yang memenuhi kriteria SK. SNI dan Standard AASHTO International.

### Metode Analisis

#### 1. Penentuan pembebanan

Penentuan pembebanan mengacu pada SK.SNI T-02-2005 tentang “Pembebanan Untuk Jembatan”. Beban mati dihitung akibat berat sendiri struktur jembatan, sedangkan untuk beban hidup diperoleh dari beban kendaraan penumpang/minibus,

dan beban rem serta beban pejalan kaki pada torotoar .

### 2. Simulasi Pembebanan dan Analisa Struktur

Simulasi dan pembebanan Jembatan dengan bantuan *software* berbasis *finite element method* yaitu SAP 2000, permodelan dilakukan dengan menginput data-data yang telah diolah dari kegiatan survei sebelumnya.

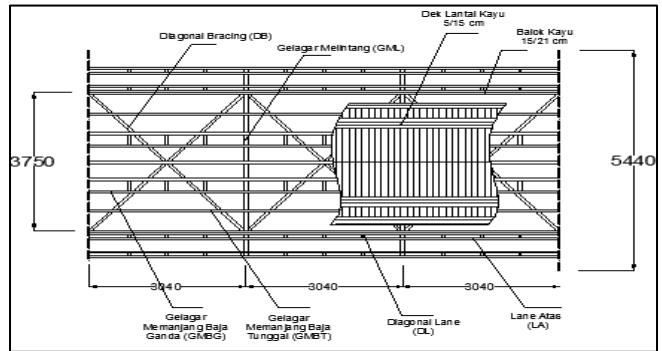
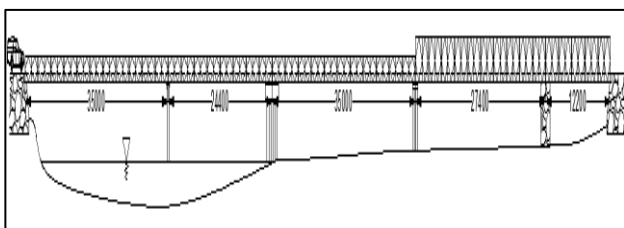
### 3. Analisa Lendutan

Lendutan di analisa berdasarkan SK.SNI T-03-2005 tentang “Perencanaan struktur baja untuk jembatan” yaitu pembatasan lendutan berdasarkan beban hidup dengan syarat lendutan yang terjadi tidak melebihi  $L/800$ . Hasil lendutan diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan, kemudian dibandingkan dengan hasil analisa dengan menggunakan bantuan *software* SAP 2000 versi 14.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Interpretasi Hasil Survey Jembatan Rangka Baja

Data-data yang digunakan dalam analisis kapasitas Jembatan Rangka *Bailey* Malintogupo, desa Malintogupo, Kecamatan Suwawa Selatan, Kabupaten Bone Bolango, Gorontalo diperoleh dari hasil pengamatan kondisi eksisting geometri Jembatan Rangka Baja Molintugupo yang terdiri dari susunan rangka baja yang membentang sejauh 134 meter dengan menggunakan pelat lantai kayu serta ditopang oleh *abutmen* dan *pier* sebagai pondasi dari jembatan ini.



Gambar 3 Tampak samping jembatan (atas) dan struktur lantai jembatan (bawah)

### Pembebanan Jembatan

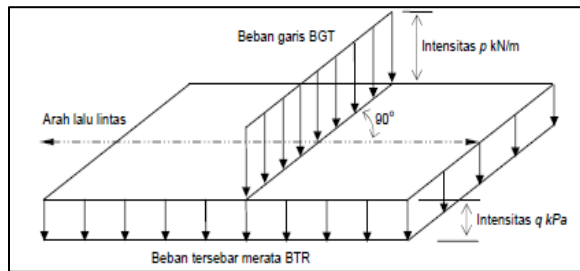
#### – Beban Mati (MS)

Beban mati terdiri dari beban berat sendiri dari struktur atas jembatan kondisi eksisting yang merupakan elemen struktural dan elemen non-struktural yang dipikul oleh bangunan yang bersifat tetap.

#### – Beban Kendaraan (Vehicle)

Beban kendaraan merupakan garis pergerakan roda dari ban mobil diatas pelat lantai jembatan Molintogupo. Pada simulasinya beban kendaraan yang digunakan berupa dua buah mobil jenis mini bus yang diasumsikan menjadi beban merata yang bekerja pada empat titik. Jarak-jarak antara beban tersebut adalah jarak poros roda dan jarak pijak roda. Berat kendaraan kosong ditambah berat 1 orang adalah 1670 kg, maka besar beban roda kendaraan yang dipikul adalah 417,5 kg. Beban inilah yang digunakan pada analisis dalam program SAP 2000 dalam bentuk *moving load* yang bekerja sebagai beban merata pada lantai jembatan.

Dalam analisis ini, beban garis (BGT) yang bekerja ditempatkan tegak lurus terhadap arah lalu lintas pada lantai jembatan. Besarnya intensitas  $p$  adalah 49,0 kN/m.



Gambar 4 Distribusi beban lantai kendaraan

### Beban Rem (TB)

Beban rem merupakan beban yang bekerja pada permukaan lantai jembatan akibat pengaruh pengereman dari lalu lintas. Besarnya gaya rem arah memanjang jembatan tergantung panjang total jembatan ( $L_t$ ) sebagai berikut:

- Untuk  $L_t \leq 80$  m  
Gaya rem, TTB =  $250 + 2.5 \cdot (L_t - 80)$  kN
- Untuk  $80 < L_t < 180$  m  
Gaya rem, TTB = 500 kN
- Untuk  $L_t > 180$  m  
Gaya rem, TTB = 250 kN

Maka besar gaya rem yang bekerja untuk setiap bentang jembatan yaitu 250 kN, dimana panjang masing-masing bentang kurang dari 80 m.

### Beban Pejalan Kaki (TP)

Beban pejalan kaki merupakan beban yang dipikul oleh permukaan lantai jembatan per  $m^2$  dari luasan yang dibebani. Namun pada kondisi bangunan atas jembatan Molintogupo ini tidak dilengkapi dengan torotoar sehingga beban pejalan kaki diasumsikan pada lantai kendaraan.

- untuk  $A \leq 10$   $m^2$   
 $q = 5,0$  kPa
  - untuk  $10$   $m^2 < A \leq 100$   $m^2$   
 $q = 5 - 0,033 \cdot (A - 10)$  kPa
  - untuk  $A > 100$   $m^2$   
 $q = 2,0$  kPa
- Dimana,  $1$  kPa =  $0,001$  MPa =  $0,01$  kg/cm $^2$  =  $1$  kN/ $m^2$ .

Tabel 1 Beban pejalan kaki

Bentang	Panjang Bentang (m)	Lebar (m)	Luas ( $m^2$ )	Beban Pejalan Kaki (kN/ $m^2$ )
A	35	3,75	131,25	2,00
B	24,4	3,75	91,5	2,31
C	35	3,75	131,25	2,00
D	27,4	3,75	102,75	2,00
E	12,2	3,75	45,75	3,82

### Analisa Struktur dengan SAP 2000 versi 14

#### – Modeling

Penentuan bentuk jembatan *Bailey* dapat dilakukan setelah bentang jembatan total yang direncanakan sudah ditentukan. Dengan informasi mengenai bentang dan perkiraan ukuran profil jembatan, bentuk struktur jembatan bisa langsung ditentukan. Untuk memodelkan struktur jembatan pada program SAP 2000 versi 14, struktur dimodelkan 3D dan membaginya menjadi 5 segmen yaitu masing-masing 35 meter, 24,4 meter, 35 meter, 27,4 meter, dan 12,2 meter. digunakan fasilitas Grid Data

#### – Kombinasi Pembebanan

Adapun kombinasi pembebanan yang digunakan pada permodelan jembatan berdasarkan RSNI-T-02-2005 tentang Pembebanan Jembatan yaitu:

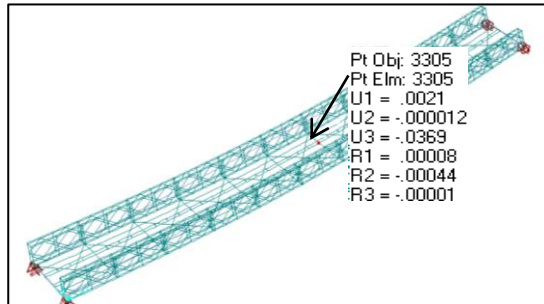
1. 1,3 MS + 2.0 MA + 1.8 VEH + 2.0 TB (COMB1)
2. 1,3 MS + 2.0 MA + 1.8 VEH + 2.0 TB + 2.0 TP (COMB2)

#### – Analisa Kapasitas Struktur

Untuk menganalisa kapasitas struktur dengan program SAP 2000 versi 14 maka fitur yang akan digunakan adalah fitur *Steel Frame Design*. Standar yang dipilih oleh penulis adalah AISC-LRFD 99 karena masih bersesuaian dengan SNI Baja yang berlaku di Indonesia. Analisis SAP 2000 versi 14 ini berdasarkan peraturan AISC-LRFD99 dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa atau Ordinary Moment Frame (OMF).

## 1) Analisis Lendutan dengan SAP 2000

Untuk analisa struktur atas jembatan Molintugopu menggunakan *software* SAP 2000 versi 14, setelah memperoleh data awal berupa dimensi jembatan, jenis profil dan data-data pelengkap lainnya, maka lendutan dapat disimulasi menggunakan SAP 2000 versi 14.



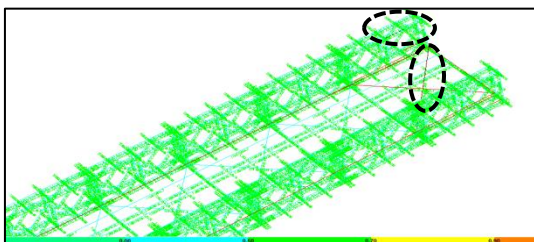
Gambar 5 Lendutan maksimum pada tengah bentang untuk Segmen A

Tabel 2 Analisa lendutan dengan SAP 2000

Bentang	Panjang Bentang (m)	Lendutan Maks (mm)	Lendutan izin (L/800) (mm)
A	35	37	43.75
B	27.4	12	30.50
C	35	26	43.75
D	24.4	17	34.25
E	12.2	1.4	15.25

## 2) Rasio Tegangan dengan SAP 2000

Rasio tegangan izin yang disyaratkan pada struktur ini sebesar 0,95. Untuk menjamin keamanan struktur maka tegangan yang terjadi pada penampang harus kurang dari rasio tegangan yang diizinkan.



Gambar 6 Pengecekan struktur jembatan terhadap rasio tegangan (Bentang A).

Hasil analisis SAP 2000 menunjukkan bahwa terjadi *overstress* yang menandakan bahwa elemen struktur ujung jembatan tidak aman dalam memikul beban yang bekerja untuk beban 2 mobil. Hal ini dikarenakan ukuran penampang dari ikatan angin (diagonal bracing) tersebut sangat kecil.

Tabel 3 Rasio Tegangan dengan SAP 2000

Bentang	Panjang Bentang (m)	Rasio tegangan		Ratio Limit (0.95)
		Dinding (lane)	Diagonal Bracing	
A	35	0.043	1.51	Tidak aman
B	27.4	0.051	1.14	Tidak aman
C	35	0.073	1.06	Tidak aman
D	24.4	0.054	1.38	Tidak aman
E	12.2	0.068	1.128	Tidak aman

## Perbandingan Analisa Struktur Hasil Pengukuran Lapangan dan SAP 2000

Tabel 4 Perbandingan analisa lendutan maksimum lapangan (beban 2 mobil) dan lendutan maksimum (SAP 2000)

Bentang	Nilai Lendutan		Lendutan izin (L/800) (mm)
	SAP 2000 (mm)	Beban 2 mobil (Pengukuran Lapangan) (mm)	
A	37	48	43.75
B	12	40	30.50
C	26	25	43.75
D	17	10	34.25
E	1.4	10	15.25

Dari Tabel 4 terlihat perbedaan nilai lendutan yang signifikan antara pengukuran lapangan dan analisis SAP 2000 untuk beban 2 mobil. Hal ini disebabkan karena pada program SAP 2000 kondisi struktur di modelkan sebagai satu kesatuan. Sedangkan kondisi aktual di lapangan, jembatan Bailey per segmen 3 meter terdapat *pin* sebagai penyambung dan juga pada kondisi eksisting lapangan beberapa komponen jembatan ada yang lepas sehingga lendutan yang terjadi lebih besar.

## KESIMPULAN

### Kesimpulan

Dari hasil analisa dan perhitungan yang dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Elemen struktur atas jembatan eksisting secara umum masih dapat memikul beban yang bekerja akibat pembebanan 2 mobil penumpang. Namun beberapa gelagar melintang memperlihatkan nilai lendutan pada masing-masing bentang (1,4 mm – 37 mm) yang lebih kecil dari pada lendutan izin  $L/800$  (15,25 mm – 43,75 mm) untuk masing-masing bentang.
2. Ikatan angin (diagonal bracing) pada ujung bentang jembatan dan beberapa profil pada dinding jembatan mengalami *over stress*, dimana rasio tegangan  $> 0,95$ .

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2013. *Standard Spesifikasi Jembatan Bailey Berdasar Pedoman Teknis Departemen Pekerjaan Umum*.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2005. *Pedoman Pembebanan Jembatan dengan Standar RSNI T-02-2005*. Badan Standarisasi Nasional
- Departemen Pekerjaan Umum. 2005. *Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan dengan Standar RSNI T-03-2005*. Badan Standarisasi Nasional

- Departemen Pekerjaan Umum. 2010. *Perencanaan Teknik Jembatan*. Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2009. *Pedoman Kontruksi dan Bangunan No.005/BM/2009*. Direktorat Jenderal Bina Marga
- Nasution, Thamrin. 2012. *Modul 1 Pembebanan Jembatan Struktur Baja II*. Medan: Departemen Teknik Sipil, FTSP. Institut Teknologi Medan.
- Zulhijjah, Muh. Akbar. 2014. *Asesmen Kapasitas Jembatan Rangka Baja Pasca Penggantian Dek Lantai Kayu Menjadi Lantai Beton*. Tugas Akhir, Makassar: Universitas Hasanuddin.